

Cinco problemas de ingeniería

Fundamentos de ingeniería industrial · Nivel universitario inicial

Hoja de enunciados sin soluciones

Ejercicios originales con datos didácticos. Utiliza unidades SI, explicita las hipótesis, dibuja los esquemas necesarios y justifica los resultados. Las constantes y propiedades indicadas pueden considerarse exactas a efectos del cálculo. No se necesita material adicional.

1. Estática y resistencia: viga de una pasarela

Una viga horizontal AB de 6,00 m está simplemente apoyada: articulación en A ($x = 0$) y apoyo móvil en B ($x = 6,00$ m). Soporta una carga uniformemente distribuida de 4,00 kN/m en toda su longitud y una fuerza vertical descendente de 12,0 kN en $x = 4,00$ m. Su sección rectangular tiene ancho $b = 100$ mm y altura vertical $h = 200$ mm. La carga distribuida ya incluye el peso propio. Se considera comportamiento elástico lineal y una tensión normal admisible de 12,0 MPa.

- a) Dibuja el diagrama de cuerpo libre y calcula las reacciones en ambos apoyos.
- b) Obtén las expresiones por tramos del esfuerzo cortante $V(x)$ y del momento flector $M(x)$. Dibuja ambos diagramas e indica valores, saltos y puntos relevantes.
- c) Localiza el momento flector máximo en valor absoluto y calcula la tensión normal máxima por flexión. Comprueba la sección frente a la tensión admisible.
- d) Manteniendo $b = 100$ mm, determina la altura mínima exigida únicamente por resistencia a flexión. No compruebes flecha, cortante ni estabilidad.

2. Electricidad: alimentación de una carga resistiva

Una fuente ideal de tensión continua de 24,0 V alimenta una resistencia $R_1 = 4,00 \Omega$ en serie con el paralelo de $R_2 = 12,0 \Omega$ y $R_3 = 6,00 \Omega$. Los cables son ideales y las resistencias permanecen constantes.

- a) Dibuja el circuito y calcula la resistencia equivalente, la corriente de la fuente y la tensión en el paralelo.
- b) Calcula la corriente y la potencia disipada en cada resistencia. Comprueba el balance entre potencia suministrada y disipada.
- c) Selecciona la potencia nominal mínima de cada resistencia entre 5, 10, 25, 50 y 100 W, exigiendo una potencia nominal de al menos 1,5 veces la disipada.
- d) Si R_3 falla y queda en circuito abierto, calcula la nueva corriente de la fuente y la potencia en R_2 . Determina si la potencia nominal elegida para R_2 sigue cumpliendo el margen exigido.

Fluidos y transferencia de calor

3. Mecánica de fluidos: bombeo entre depósitos

Una bomba transporta agua entre dos depósitos abiertos a la atmósfera. La superficie libre del depósito de destino está 18,0 m por encima de la del depósito de origen. La tubería tiene longitud total $L = 85,0$ m y diámetro interior $D = 50,0$ mm. El caudal requerido es $Q = 3,00$ L/s. Usa un factor de fricción de Darcy constante $f = 0,025$ y una suma de coeficientes de pérdidas locales $\Sigma K = 6,50$, que incluye entrada, salida y accesorios. Todas las pérdidas locales se calculan con la velocidad media de la tubería. Usa $\rho = 998$ kg/m³, $g = 9,81$ m/s² y rendimiento global de bomba y motor $\eta = 0,68$. Desprecia las velocidades en las superficies libres.

- a) Dibuja el sistema y calcula la velocidad media del agua, las pérdidas distribuidas y las pérdidas locales.
- b) Aplica el balance de energía entre superficies libres y determina la altura que debe aportar la bomba.
- c) Calcula la potencia hidráulica y la potencia eléctrica absorbida. Expresa también el consumo eléctrico para 6,00 h de funcionamiento.
- d) Repite el cálculo para $D = 65,0$ mm, manteniendo Q , L , f , ΣK y η . Cuantifica la reducción porcentual de potencia e interpreta por qué ocurre.

4. Transferencia de calor: aislamiento de un cerramiento

Una pared plana de área $A = 12,0$ m² separa un recinto a 22,0 °C del exterior a -3,0 °C. Está formada, de dentro hacia fuera, por 15 mm de yeso ($k = 0,35$ W/(m·K)), 200 mm de ladrillo ($k = 0,72$ W/(m·K)) y 60 mm de aislamiento ($k = 0,040$ W/(m·K)). Los coeficientes de convección interior y exterior son $h_i = 8,00$ y $h_e = 25,0$ W/(m²·K). Considera régimen estacionario, conducción unidimensional, contacto perfecto y propiedades constantes. Desprecia radiación, puentes térmicos y generación interna.

- a) Representa la red de resistencias térmicas e identifica cada término, incluidas ambas películas de convección.
- b) Calcula la transmitancia U , el flujo de calor por unidad de área y la potencia térmica total perdida.
- c) Obtén las temperaturas de las dos superficies de la pared y de las dos interfaces entre materiales. Representa el perfil de temperatura a través de las capas.
- d) Determina el espesor mínimo del mismo aislamiento para conseguir $U \leq 0,30$ W/(m²·K), manteniendo las demás capas. Calcula la energía térmica perdida en 24 h con ese espesor y temperaturas constantes.

Dinámica y análisis de resultados

5. Vibraciones: respuesta de un equipo sobre soportes

Un equipo de masa $m = 25,0$ kg se modela como un sistema de un grado de libertad, con rigidez equivalente $k = 10\,000$ N/m y amortiguamiento viscoso equivalente $c = 200$ N·s/m. El desplazamiento x se mide respecto del equilibrio estático, por lo que el peso no aparece en la ecuación dinámica. Los soportes son lineales y los parámetros representan sus valores totales. Al inicio se desplaza el equipo $x(0) = 20,0$ mm y se suelta desde el reposo, sin fuerza externa.

- a) Plantea la ecuación diferencial del movimiento libre. Calcula la frecuencia natural angular, la frecuencia natural en Hz, el amortiguamiento crítico, la razón de amortiguamiento y la frecuencia amortiguada. Clasifica la respuesta.
- b) Obtén la expresión de $x(t)$ que satisface ambas condiciones iniciales. Representa el desplazamiento entre 0 y 3,00 s, con paso de muestreo de 0,01 s.
- c) Escribe la envolvente exponencial de la solución y calcula a partir de qué instante dicha envolvente queda por debajo de 1,00 mm. Explica por qué el primer cruce de $x(t)$ por ese valor no garantiza que los máximos posteriores sean menores.
- d) En un segundo ensayo, independiente del anterior, actúa una fuerza $F(t) = 100 \cos(\omega t)$ N. Calcula la amplitud estacionaria para frecuencias de excitación de 1,00, 3,00 y 5,00 Hz. No incluyas el transitorio.
- e) Traza la amplitud estacionaria frente a la frecuencia entre 0 y 8,00 Hz. Determina la frecuencia del máximo de amplitud y explica su relación con la frecuencia natural. Si se duplica c manteniendo m y k , compara las amplitudes a 3,00 Hz.

Criterios para presentar las soluciones

En cada problema incluye: datos y unidades; incógnitas; esquema; hipótesis; ecuaciones justificadas; sustitución numérica; resultado final y una comprobación independiente cuando sea posible. En las gráficas, identifica los ejes, las unidades y las magnitudes relevantes.

No hace falta forzar una extensión determinada. Prioriza la trazabilidad del cálculo y la explicación de las decisiones. Redondea solo los resultados finales y distingue las magnitudes instantáneas de las máximas o estacionarias.